



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 197 42 988 C 1

51 Int. Cl.⁶:
B 60 T 8/88
B 60 T 8/32
B 60 T 13/74
B 60 T 13/66

21 Aktenzeichen: 197 42 988.2-21
22 Anmeldetag: 29. 9. 97
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 1. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

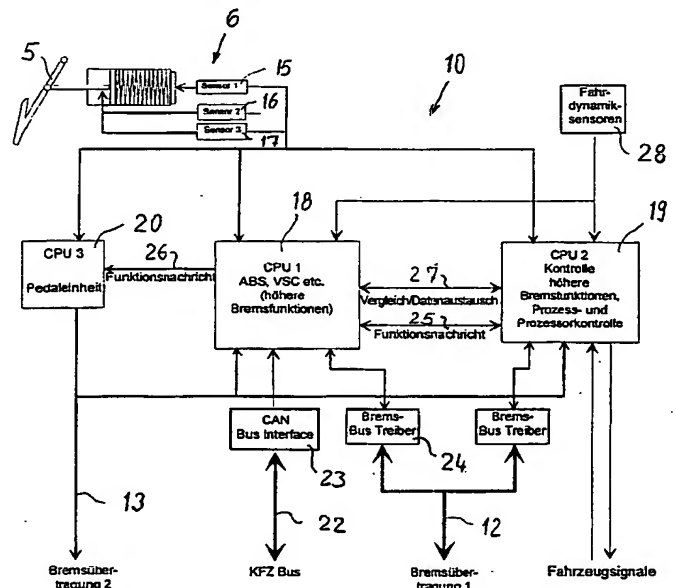
72 Erfinder:
Zittlau, Dirk, 92348 Berg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 1 96 15 186 C1
DE 1 95 21 175 C1
DE 44 39 060 A1
US 47 45 542

54 Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug

57 Die Bremsanlage weist auf: eine Pedaleinheit (6), durch die Betätigungen des Bremspedals (5) als Bremsanforderung erfaßt werden; eine Sollwerte für die Bremsbetätigungskraft erzeugende Zentralsteuerung (20); elektrisch betätigte Bremsaktoren, und diese Teile miteinander verbindenden Übertragungskanäle (12, 13). Die Zentralsteuerung (10) enthält drei Recheneinheiten (18, 19, 20), durch die aus Sensorsignalen nach gleichen Regeln die Sollwerte berechnet, miteinander verglichen und der Wert von mindestens zwei übereinstimmenden Sollwerten als Bremsanforderung ausgegeben wird. In zwei der Recheneinheiten (18, 19, 20) werden anhand weiterer Sensorsignale bei Bedarf Zusatzbrems signale erzeugt und miteinander verglichen. Bei Übereinstimmung der Zusatzbrems signale wird mit diesen die Bremsanforderung korrigiert und als Steuersignal an die Bremsaktoren übermittelt.



DE 197 42 988 C 1

DE 197 42 988 C 1

Die Erfindung betrifft eine Bremsanlage nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Neue Anforderungen an die Bremssysteme von Kraftfahrzeugen – wie Antiblockiersysteme, Fahrstabilitätssysteme, Antriebsschlupfsysteme oder Traktionskontrollen, sogenannte intelligente Tempomaten, Bremsassistenten usw. – haben zusammen mit der Forderung nach einer Verringerung der Montage- und Wartungskosten, die bei den derzeitigen hydraulischen Bremssystemen recht erheblich sind, zu der Entwicklung neuer, rein elektrischer Bremssysteme (auch unter der Bezeichnung Brake-by-wire bekannt) geführt, wie sie zum Beispiel in der gattungsbildenden Druckschrift DE 196 15 186 C1 beschrieben sind.

Bei einem solchen elektrischen Bremssystem ist der Fahrer kraftmäßig von der Bremse abgetrennt, das heißt die von dem Fahrer ausgehende Bremsmomentanforderung wird nicht mehr direkt als Kraft über ein hydraulisches System übertragen, sondern nur noch als Signal über eine elektrische Leitung. Mit diesem Signal wird ein elektrischer Bremsaktor oder -aktor gesteuert, der mit Hilfe einer elektrischen Energieversorgung eine Kraft an einer Bremse erzeugt, welche über ein Reibelement das gewünschte Bremsmoment erzeugt. Im Falle einer Scheibenbremse wird die das Bremsmoment über Reibung erzeugende Kraft als Zuspännkraft bezeichnet.

Der Bremsaktor (oder Bremskraftstellglied) ist direkt an dem jeweiligen Rad des Kraftfahrzeugs angebracht, so daß dessen Zuspännkraft zweckmäßigerweise nicht über weite Strecken im Fahrzeug übertragen wird, während die Einrichtungen zum Erfassen der Bremsmomentanforderung durch den Fahrer und die Bremssteuerung an zentraler Stelle, zum Beispiel in der Nähe des Bremspedals, angeordnet sind. Das Bremssystem ist somit über das gesamte Kraftfahrzeug verteilt.

Das Ermitteln der Fahrer-Bremsmomentenanforderung und die Systemsteuerung sind als zentrale Elemente von hoher Bedeutung für die Sicherheit der Bremsanlage. Das Bremspedal mit den Sensoren stellt die einzige Quelle zum Erfassen des Bremswunsches des Fahrers dar. Daraus wird die Fahrer-Bremsanforderung berechnet, indem die Sensorwerte, um deren Gültigkeit festzustellen, miteinander verglichen werden und indem mit Hilfe von vorgegebenen Regeln und Kennlinien ein Brems Sollwert zum Steuern der Bremsaktoren errechnet wird.

ABS-Steuergeräte in hydraulischen Bremssystemen erfüllen die Aufgabe einer Bremsenzentralsteuerung, die die vom Fahrer kommenden Bremsanforderungen verändern kann (ABS, TCS-Funktion usw.). Eine derartige Änderung muß hohen Sicherheitsanforderungen genügen, da sie den Gebrauch der Bremse direkt beeinflussen kann. Deshalb sind ABS-Steuergeräte in der Regel mit zwei Mikrorechnern ausgestattet, die sich gegenseitig überprüfen (US 4 745 542). Da diese Steuergeräte ausschließlich zusätzliche Funktionen des Bremssystems ausführen, die nicht für die Grundbremsung durch den Fahrer erforderlich sind, hat dieses Steuergerät einen sicheren Zustand, d. h. es kann bei Auftreten eines relevanten Fehlers in diesen sicheren Zustand, nämlich den "AUS"-Zustand, überführt werden. Dazu muß nur bekannt sein, daß ein solcher Fehler vorliegt, über die Art des Fehlers ist keine Information nötig.

Ein bekanntes elektrisch regelbares Bremssystem weist dezentral angeordnete Prozessoren für jeden Bremsaktor auf, wobei alle Prozessoren dreifach redundante Bremspedalsignale empfangen (DE 195 21 175 C1). Das Bremssystem weist zwei Bremskreise auf, wobei Zusatzfunktionen, wie zum Beispiel ABS, nur in dem Hinterradbremskreis rea-

liert sind. Die Hinterrad-Prozessoren überwachen sich gegenseitig und schalten sich im Fehlerfall ab.

Eine Mikroprozessoranordnung für ein Fahrzeug-Regelungssystem ist mit drei Mikroprozessoren versehen (DE 44 39 060 A1). Ein erster und ein zweiter Mikroprozessor steuern und überwachen gemeinsam eine ABS- und eine ASR-Funktion, ein dritter und der zweite Mikroprozessor steuern und überwachen gemeinsam eine weitere rechenaufwendige Regelfunktion, wie zum Beispiel eine Giermomentenregelung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gegen einen Ausfall besonders sichere elektrische Bremsanlage zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Bremsanlage nach Anspruch 1 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen niedergelegt.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, daß die vorhandenen Ressourcen der Zentralsteuerung (für ABS usw.) für diese Aufgabe mitbenutzt werden können und so der Bauteilaufwand für die Berechnung Fahrer-Bremsanforderungs erheblich reduziert wird. Dadurch wird nicht nur eine wirtschaftliche Lösung erreicht, sondern auch eine – wegen der geringeren Anzahl an benötigten Bauteilen – sicherere Lösung. Die hohen Sicherheitsanforderungen bei der Fahrerwunschermittlung erstrecken sich dabei nicht auf die Zusatzfunktionen (für ABS usw.), die nach wie vor einen sicheren Zustand ("AUS") aufweisen und für die deshalb ein zweikanaliger Aufbau genügt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Kraftfahrzeug mit einer Bremsanlage gemäß der Erfindung, in schematischer Darstellung, und

Fig. 2 eine Zentralsteuerung der Bremsanlage nach **Fig. 1** samt einer Pedaleinheit.

Ein Kraftfahrzeug, das in **Fig. 1** nur schematisch dargestellt ist, ist mit einer Bremsanlage **1** versehen, die an jedem seiner vier Räder **2** eine (hier nicht dargestellte) Bremse einschließt, die von jeweils einem elektrisch gesteuerten Bremsaktor (auch: Bremsaktor) oder Stellglied **4** betätigt wird. Die Bremsen werden von dem Fahrer des Kraftfahrzeugs betätigt, indem er über ein Bremspedal **5**, das mit einer Pedaleinheit **6** verbunden ist, eine Bremsmomentanforderung abgibt. Die Pedaleinheit **6** wirkt als Pedalkraftsimulator, sie ist mit einer Feder **7** und mit mehreren Sensoren, zum Beispiel zwei Kraftsensoren und mindestens einem Wegsensor (siehe **Fig. 2**) versehen, die die Betätigung des Bremspedals **5** durch den Fahrer erfassen und in elektrische Signale umsetzen. Diese Sensoren sind zusammengefaßt durch einen Block **8** "Fahrerwunschermittlung" dargestellt.

Der Block **8** ist mit einer Zentralsteuerung **10** verbunden, und diese ist ihrerseits durch einen ersten Datenübertragungskanal oder Datenbus **12** und einen zweiten Datenübertragungskanal oder Datenbus **13** mit den Bremsaktoren (oder -aktuatoren) **4** verbunden.

Die Bremsanlage **1** gewährleistet in jedem Fall die Übermittlung des Fahrerwunsches an die Stellglieder **4**. Ein Ausfall der Bremsanlage ist nicht zulässig, da dann keine Abbremsung des Fahrzeuges mehr möglich wäre. Außer dem Ausfall der Bremswirkung ist auch eine unerwünschte Bremsung eine gefährliche Fehlerart. Auch diese muß in jedem Fall vermieden werden. Eine dreikanalige Struktur der Bremsanlage bietet die höchste Sicherheit, da ein Fehler hier nicht nur festgestellt wird, sondern der richtige Wert auch erkannt wird. Nach einem relevanten Fehler ist noch eine weitgehendste Verfügbarkeit der Bremsanlage gewährleistet. Darüber hinaus soll diese Verfügbarkeit möglichst lange gewährleistet sein, d. h. nach einem weiteren Fehler

muß zumindest noch eine Notbremsung möglich sein. Ein davon betroffenes Fahrzeug muß deshalb nicht sofort stillgelegt werden, sondern kann noch einige Zeit bis zu einer Wartung betrieben werden. Dazu müssen Fehler sicher erkannt werden und ein Ersatzkanal muß zur Verfügung stehen.

Aus Fig. 2 ist der Aufbau einer Zentralsteuerung 10 ersichtlich. Der sich in dem Niederdrücken des Bremspedals 5 manifestierende Fahrerwunsch wird an dem Bremspedal 5 mit mindestens drei Sensoren – zum Beispiel einem Kraftsensor 15 und zwei Wegsensoren 16, 17 – gemessen, die die Pedalkraft und den Pedalweg erfassen. Die von diesen Sensoren erfaßten Werte werden als Sensorsignale an mindestens drei Recheneinheiten (oder CPUs) 18, 19 und 20 übermittelt. Alle drei Recheneinheiten 18 bis 20 berechnen aus den Sensorsignalen nach den gleichen Regeln und abgespeicherten Kennlinien die Bremsanforderung des Fahrers.

Die berechneten Werte werden in den drei Recheneinheiten miteinander verglichen. Sind sie innerhalb vorgegebener enger Toleranzen untereinander gleich, so stellen sie das von dem Fahrer angeforderte Bremsmoment, das zum Beispiel einer Bremsanzugspannkraft entspricht, dar.

Die Recheneinheit 18 berechnet außerdem aus weiteren Sensorsignalen, die sie über einen Kraftfahrzeugbus 22 und eine Busschnittstelle 23, oder von direkt angeschlossene Sensoren 28, oder über den Datenübertragungskanal 12 empfängt, zusätzliche elektronische Bremsanforderungen oder Bremssteuersignale für zum Beispiel folgende Funktionen: ABS, Traktionskontrolle (TCS), Fahrstabilitätsregelung (VSC = Vehicle Stability Control), Panikbremse (PBA) usw. Die zusätzlichen Bremssteuersignale verändern gegebenenfalls das von dem Fahrer angeforderte Bremsmoment (bei ABS reduzieren sie es) oder ersetzen es (bei der Funktion TCS erzeugen sie ein von dem Fahrerwunsch unabhängiges Bremsmoment). Die empfangenen Sensorsignale geben in erster Linie die Raddrehzahlen und gegebenenfalls andere Meßwerte, wie zum Beispiel den Lenkwinkel, die Querschleunigung, die Giergeschwindigkeit usw., wieder.

Die in der Zentralsteuerung 10 in Form von Stellsignalen erzeugten Bremsmomente werden im Falle des normalen, ungestörten Bremsbetriebs über einen Bustreiber 24 und den ersten Datenübertragungskanal 12 an die Bremsaktoren 4 übertragen. Der unveränderte Fahrerwunsch wird über den Datenübertragungskanal 13 an die Bremsaktoren 4 übertragen. Der erste Datenübertragungskanal 12 wird dabei im Normalfall von der ersten Recheneinheit 18 bedient, das heißt mit Steuersignalen versorgt, er kann aber auch von der zweiten Recheneinheit 19 bedient werden. Die auf dem Datenübertragungskanal 12 ankommenden Daten werden durch die zweite Recheneinheit 19 ausgelesen. Der zweite Übertragungskanal 13 wird von der dritten Recheneinheit 20 bedient, der auf ihm übertragene Inhalt wird durch die Recheneinheiten 18 und 19 ausgelesen.

Zwischen allen drei Recheneinheiten können über Datenleitungen 25 und 26 Funktionsnachrichten ausgetauscht werden, die es ermöglichen, eine als fehlerhaft erkannte Recheneinheit durch die beiden anderen Recheneinheiten abzuschalten. Über eine weitere Datenleitung 27 werden zwischen den Recheneinheiten 18 und 19 Daten ausgetauscht, die es ermöglichen, die in der ersten Recheneinheit 18 berechneten elektronischen Bremsmomentanforderungen und außerdem den Zustand der Recheneinheit 18 durch die zweite Recheneinheit 19 zu überwachen.

Die Zentralsteuerung 8 ist somit in der Lage, eine dreifach redundante Bestimmung der Fahrer-Bremsanforderungen, eine doppelredundante Berechnung der elektronischen Zusatzbremsanforderungen und eine Übertragung über zwei voneinander völlig unabhängige Datenübertragungskanäle

durchzuführen. Über den Datenübertragungskanal 12 erfolgt eine sichere bidirektionale Übertragung, die zum Beispiel als CAN-Datenbus mit gesichertem Protokoll ausgebildet ist. Über den Datenübertragungskanal 13 erfolgt zumindest eine störsichere unidirektionale Datenübertragung, zum Beispiel in Form von PWM(pulsweiten)-modulierten Signalen.

Eine Ermittlung der elektronisch bestimmten zusätzlichen Bremsmomente hingegen muß nicht immer gewährleistet sein, die Funktionen können beim Auftreten eines Fehlers in einen sicheren Zustand gebracht werden. In diesem Zustand sind diese Funktionen ausgeschaltet. Es muß also nur das Auftreten eines Fehlers zuverlässig festgestellt werden, um als Reaktion darauf in den sicheren Zustand überzugehen. Dazu ist ein zweikanaliger Aufbau der Bremsanlage, insbesondere der Zentralsteuerung 10, ausreichend. Die unter dem Bezugszeichen 28 zusammengefaßten Sensoren erfassen Meßgrößen, die mit der Fahrdynamik des Kraftfahrzeugs zusammenhängen, wie die Raddrehzahlen, Fahrzeuggeschwindigkeit, Giergeschwindigkeit usw.

Die Arbeitsweise der Zentralsteuerung 10 wird nachfolgend anhand eines Funktionsablaufs bei Störungen (mit Fehlererkennung und -reaktion) geschildert. Da eine vollständige Betrachtung aller denkbaren Fehler zu umfangreich wäre, werden hier nur Gesamtfehler von Untereinheiten dargestellt, die als Ergebnis von Einzelfehlern entstehen.

- Die Recheneinheit 18 (im folgenden als CPU 1 bezeichnet, siehe auch Fig. 2) fällt aus: die CPU 2 (Recheneinheit 19) erkennt den Ausfall mit Hilfe der Prozeßüberwachung; die elektronischen oder Zusatzbremsfunktionen werden abgeschaltet, die CPU 2 übernimmt die Übertragung des Fahrerwunsches auf dem Datenübertragungskanal 12.
- Die CPU 1 erzeugt eine fehlerhafte elektronische Bremsanforderungen: die CPU 2 erkennt den Unterschied an Hand eigener Berechnungen; die Zusatzbremsfunktionen werden abgeschaltet, es wird nur der Fahrerwunsch auf dem Datenübertragungskanal 12 gesendet (ein fehlerhafte Berechnung in der CPU 2 wirkt sich gleich aus).
- Die CPU 2 fällt aus: die CPU 1 erkennt den Ausfall an fehlendem Datenaustausch: die Zusatzbremsfunktionen werden abgeschaltet.
- Die CPU 2 berechnet die Zusatzbremsfunktionen fehlerhaft: die CPU 1 erkennt den Unterschied an Hand eigener Berechnungen; die Zusatzbremsfunktionen werden abgeschaltet, es wird nur der Fahrerwunsch auf dem Datenübertragungskanal 13 gesendet (eine fehlerhafte Berechnung in der CPU 1 wirkt sich gleich aus).
- Die CPU 1 berechnet eine falsche Fahrer-Bremsanforderung aus den eingehenden Sensorsignalen; dies wird aus einem Vergleich mit dem Ergebnis der CPU 2 (durch Datenaustausch) und der CPU 3 (am Eingang des Datenübertragungskanals 13) erkannt: die CPU 1 wird abgeschaltet (per Funktionskontrolle durch die CPU 2), die Zusatzbremsfunktionen werden stillgelegt, die CPU 2 sendet den Fahrerwunsch über den Datenübertragungskanal 12 aus.
- Die CPU 2 berechnet eine falsche Fahrer-Bremsanforderung aus den eingehenden Sensorsignalen; dies wird aus einem Vergleich mit dem Ergebnis der CPU 1 (durch Datenaustausch) und der CPU 3 (am Eingang des Datenübertragungskanals 13) erkannt: die CPU 2 wird abgeschaltet (per Funktionskontrolle durch die CPU 1), die Zusatzbremsfunktionen werden stillgelegt, die CPU 1 sendet den Fahrerwunsch über den Datenübertragungskanal 12 aus.

Hieraus wird ersichtlich, daß durch die Bremsanlage alle möglichen Fehler erkannt und erforderlichenfalls adäquate Reaktionen eingeleitet werden können, die einen gefährlichen Fehler im Bremssystem (Ausfall, unerwünschte Bremsung) vermeiden. Die erfindungsgemäße Bremsanlage erfüllt bezüglich der Fahrerwunschermittlung die Aufgabe eines redundanten Aufbaus mit einer Zwei-aus-drei-Charakteristik gemäß der DIN-Norm V VDE 0801 (Kap. B. 1.3.2, Seite 73), und bezüglich der Ermittlung von elektronischen Bremsanforderungen die Aufgabe eines zweikanaligen Aufbaus mit sicherem Zustand ("AUS").

Um zu klären, wie hoch die Verfügbarkeit einer solchen Bremsanlage nach Auftreten eines ersten Fehlers ist, d. h. wie lange eine Bremsanlage also noch mit vertretbarem Risiko betrieben werden kann, muß die Gefährdung durch einen zweiten Fehler betrachtet werden. Ein solcher darf nicht zu einer erheblichen unerwünschten Bremsanforderung führen und nicht zu einem Zustand, in dem keine Notbremsung mehr möglich ist. Hierzu muß nur die Erfassung und die Weiterleitung des Fahrerwunsches an die Datenübertragungskanäle und an die Stellglieder betrachtet werden. Aufgrund der nach einem Fehler verbleibenden zweikanaligen Struktur ist das Auftreten eines weiteren Fehlers einfach zu erkennen. Das Problem liegt in der Identifizierung des gestörten Wertes. Hierzu sind fehlererkennende Maßnahmen nötig, die zum Beispiel nach den Vorschriften der DIN V VDE 0801 (Kapitel B.1.1.2, S. 68; Kapitel B.2.1.1.3, S. 79-80) durchgeführt werden können. Nach Auftreten eines Fehlers wird von einem Zwei-aus-drei-Entscheidungsverfahren zu einem Eins-aus-drei-Entscheidungsverfahren umgeschaltet.

Bei einem Ausfall oder einem Fehler einer weiteren CPU ergeben Kontrollberechnungen und Vergleiche der Ergebnisse der verbleibenden Recheneinheiten eine Aussage darüber, welche CPU fehlerhafte Werte berechnet (bei der Fahrerwunschermittlung handelt es sich um vergleichsweise einfache Berechnungen). Bei Fällen die hier keine Entscheidung zulassen, wird entweder über eine zusätzliche Steuereingabe des Fahrers (z. B. durch Betätigen der Handbremse) oder selbständig eine Notbremsung eingeleitet. Ein solcher Fall ist allerdings bei der beschriebenen Struktur hinreichend unwahrscheinlich, um einen Betrieb für einen begrenzten Zeitraum noch zuzulassen.

Das bedeutet, das weitere Verhalten der Bremssteuerung hängt von der Art des ersten Fehlers ab. Bei einigen Fehlern ist eine weitere Verfügbarkeit nur schwer zu gewährleisten. Das Ziel, diese Fälle so gering und unwahrscheinlich wie möglich zu halten, wird durch die erfindungsgemäßen Bremsanlage auf wirtschaftliche Art und Weise erfüllt. Zusätzlich begrenzt die geringe Anzahl der benötigten Komponenten die Fehlerwahrscheinlichkeit.

Patentansprüche

1. Bremsanlage (1) für ein Kraftfahrzeug, die aufweist:

- eine Pedaleinheit (6), durch die Betätigungen des Bremspedals (5) des Kraftfahrzeugs mit mehreren Sensoren (15, 16, 17) als Fahrer-Bremsanforderung erfaßt werden,
- mindestens ein die Sensorsignale auswertendes und Sollwerte für die Bremsbetätigungskraft erzeugendes elektronisches Steuergerät,
- den Rädern (2) des Kraftfahrzeugs zugeordnete, elektrisch betätigte Bremsaktoren (4),
- mindestens einen die Pedaleinheit (6), die Bremsaktoren (4) und das Steuergerät miteinander

der verbindenden Übertragungskanal (12), dadurch gekennzeichnet,

- daß das Steuergerät als Zentralsteuerung (10) ausgebildet ist und drei Recheneinheiten (18, 19, 20) enthält, durch die aus den Sensorsignalen nach gleichartigen Regeln die Sollwerte für die Bremsbetätigungskraft berechnet werden;
- daß in den Recheneinheiten (18, 19, 20) die berechneten Sollwerte miteinander verglichen werden und der Wert von mindestens zwei übereinstimmenden Sollwerten als Rad-Bremsanforderung ausgegeben wird;
- daß in zwei der Recheneinheiten (18, 19) anhand weiterer Sensorsignale bei Bedarf Zusatzbremsignale erzeugt und miteinander verglichen werden, und
- daß bei Übereinstimmung der Zusatzbremsignale mit diesen die Rad-Bremsanforderung korrigiert und als Steuersignal an die Bremsaktoren (4) übermittelt wird.

2. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit zwei Übertragungskanälen (12, 13) versehen ist, von denen jeder an jeweils zwei Recheneinheiten (18-20) angeschlossen ist.

3. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pedaleinheit (6) mindestens drei Sensoren (15, 16, 17) aufweist, mit denen die Fahrer-Bremsanforderung nach zwei unterschiedlichen Meßprinzipien erfaßt wird.

4. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Recheneinheiten (18-20) eine Schnittstelle (23) zu einem Kraftfahrzeug-Datenbus (22) aufweist, über den sie Daten mit anderen Steuergeräten austauscht.

5. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Übertragungskanal (12) als bidirektionaler Datenbus und der zweite Übertragungskanal (13) als eine mit den Bremsaktoren (4) verbundene unidirektionale Leitung mit pulswertenmodulierter Signalübertragung ausgebildet ist.

6. Bremsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß über den ersten Übertragungskanal (12) das korrigierte Steuersignal an die Bremsaktoren (4) zusammen mit einer es als korrigiert kenntlich machenden Kennung übertragen wird, und daß über den zweiten Übertragungskanal (13) die unveränderte Rad-Bremsanforderung als Steuersignal übermittelt wird.

7. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausfall einer der drei Recheneinheiten (18-20) durch die jeweils beiden anderen Recheneinheiten die Steuersignale für die Bremsaktoren (4) erzeugt werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

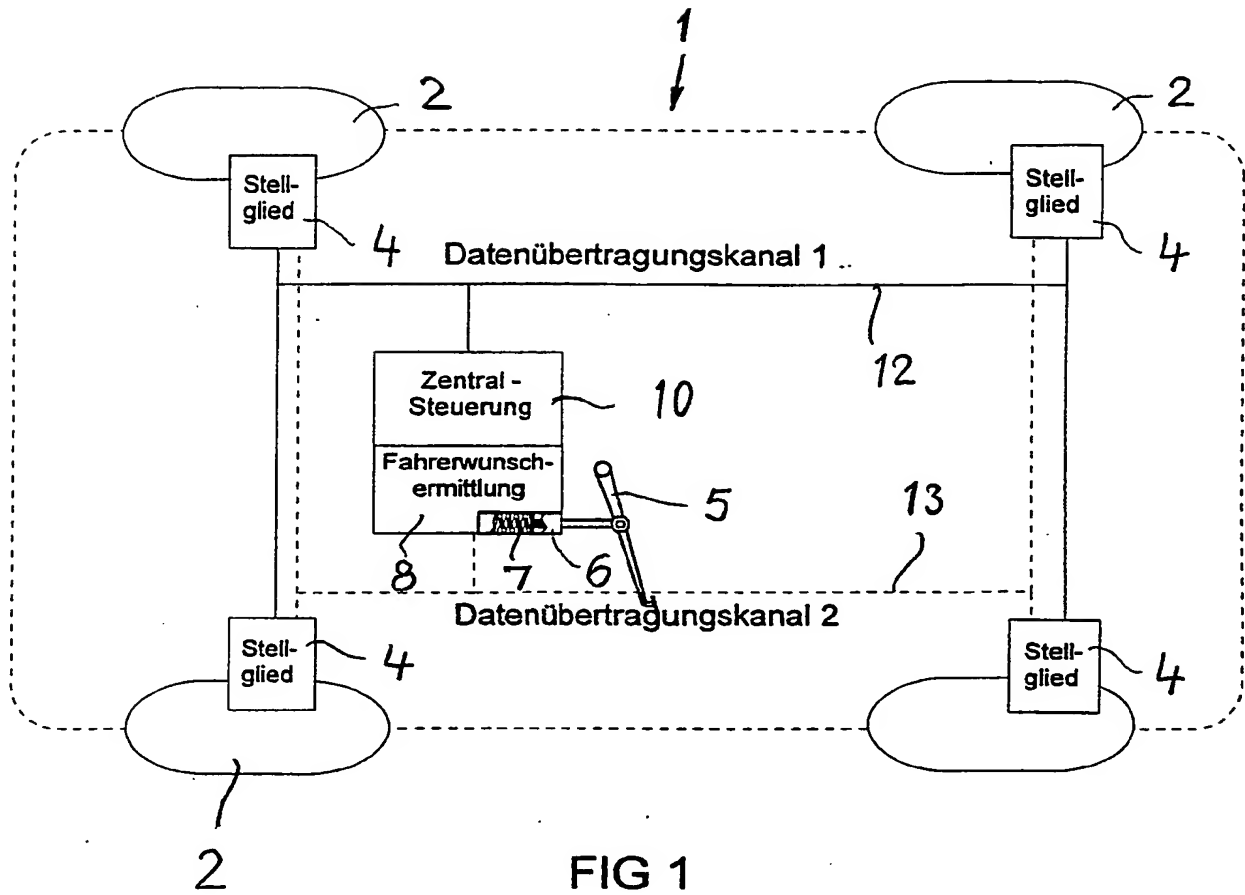


FIG 1

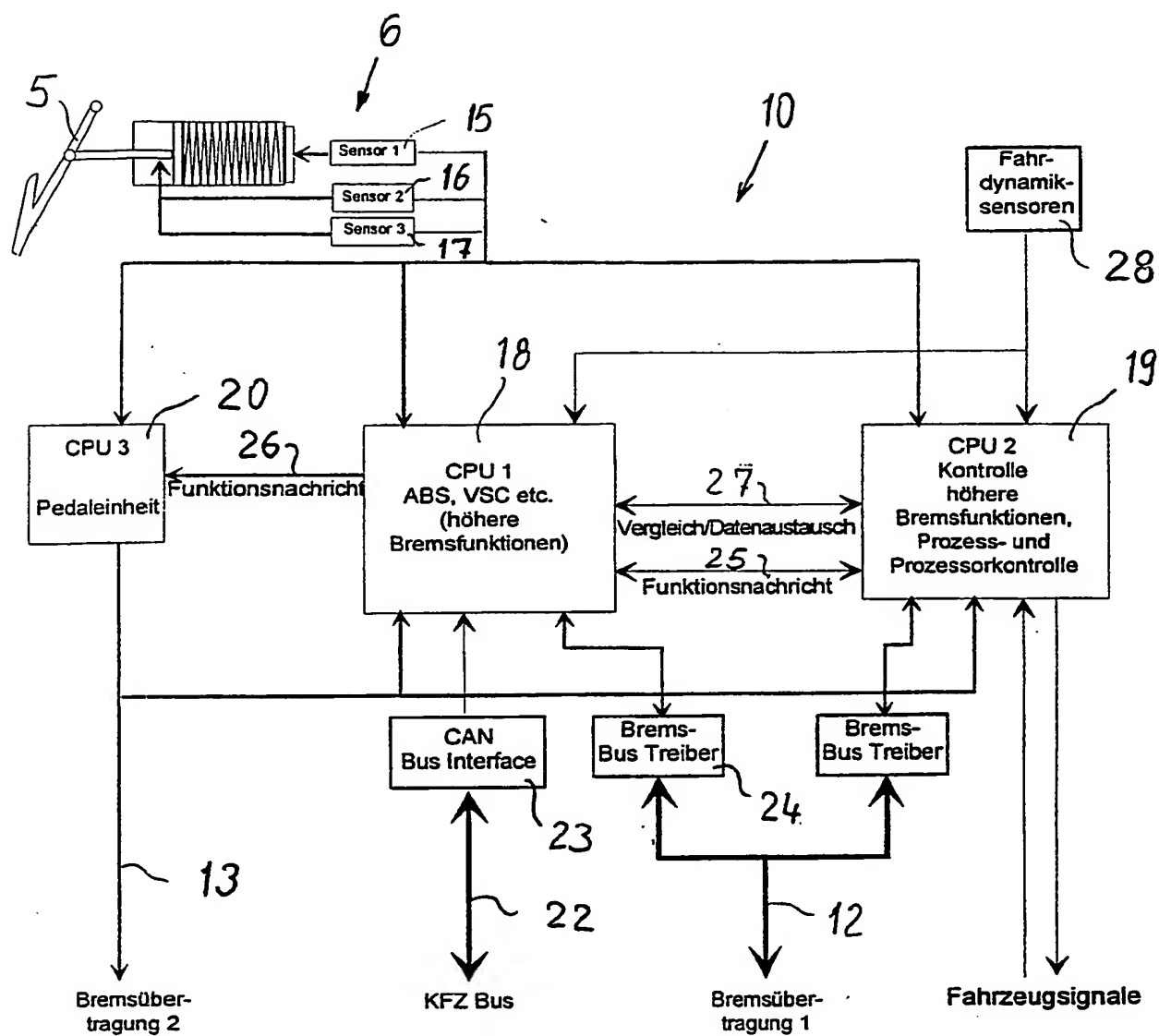


FIG 2